

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Makoto JINNO, et al.

GAU:

SERIAL NO: NEW APPLICATION

EXAMINER:

FILED: HEREWITH

FOR: MEDICAL MANIPULATOR

**REQUEST FOR PRIORITY**

COMMISSIONER FOR PATENTS  
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

<b>COUNTRY</b>	<b>APPLICATION NUMBER</b>	<b>MONTH/DAY/YEAR</b>
Japan	2002-271947	September 18, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

are submitted herewith

will be submitted prior to payment of the Final Fee

were filed in prior application Serial No. filed

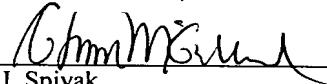
were submitted to the International Bureau in PCT Application Number  
Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

(A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

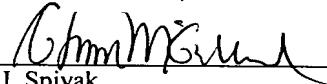
(B) Application Serial No.(s)  
 are submitted herewith  
 will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.

  
Marvin J. Spivak

Registration No. 24,913

  
G. Irvin McClelland  
Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000  
Fax. (703) 413-2220  
(OSMMN 05/03)

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 9月18日

出願番号

Application Number: 特願2002-271947

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-271947 ]

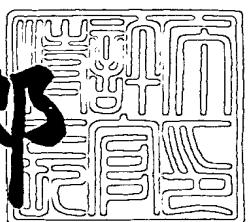
出願人

Applicant(s): 株式会社東芝

2003年 3月14日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3016614

【書類名】 特許願

【整理番号】 13860001

【提出日】 平成14年 9月18日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 A61B 17/28

【発明の名称】 医療用マニピュレータ

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝  
研究開発センター内

【氏名】 神野 誠

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝  
研究開発センター内

【氏名】 砂押貴光

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 東京都港区芝浦一丁目1番1号

【氏名又は名称】 株式会社 東芝

【代理人】

【識別番号】 100075812

【弁理士】

【氏名又は名称】 吉武 賢次

【選任した代理人】

【識別番号】 100091982

【弁理士】

【氏名又は名称】 永井 浩之

【選任した代理人】

【識別番号】 100096895

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡 田 淳 平

【選任した代理人】

【識別番号】 100105795

【弁理士】

【氏名又は名称】 名 塚 聰

【選任した代理人】

【識別番号】 100106655

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 秀 行

【選任した代理人】

【識別番号】 100117787

【弁理士】

【氏名又は名称】 勝 沼 宏 仁

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 087654

【納付金額】 21,000円

【その他】 「国などの委託研究の成果に係る特許出願（平成13年度新エネルギー・産業技術総合開発機構「医療福祉機器技術研究開発」委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの）」

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 医療用マニピュレータ

【特許請求の範囲】

【請求項1】

作業を行う作業部と、  
操作指令を生成する操作部と、  
前記操作部の操作指令に基づき前記作業部を駆動するための駆動部と、  
前記駆動部の駆動力を前記作業部に伝達するための動力伝達機構と、  
前記操作部の操作指令に基づき前記動力伝達機構を制御する制御部と  
を備え、

前記動力伝達機構は、  
前記駆動部側にある第1動力伝達部と、  
前記作業部側にあり前記第1動力伝達部と結合分離自在である第2動力伝達部  
と  
を有し、

前記第1動力伝達部は、前記第1動力伝達部と前記第2動力伝達部とを結合する場合に、前記第2動力伝達部の結合位置を結合前の前記第1動力伝達部の結合位置に追従させることができ大きな大きさのバックドライブトルクを有する  
ことを特徴とする医療用マニピュレータ。

【請求項2】

前記制御部は、正常動作の終了時には前記第1動力伝達部の結合位置を所定結合位置に設定する  
ことを特徴とする請求項1に記載の医療用マニピュレータ。

【請求項3】

前記第1動力伝達部と前記第2動力伝達部とを分離した状態で前記第1動力伝達部に結合分離自在であり、前記第1動力伝達部に結合し前記第1動力伝達部の所定結合位置を検出可能な原点検出手段を  
備えることを特徴とする請求項1乃至請求項2のいずれか1項に記載の医療用マニピュレータ。

【請求項4】

前記第1動力伝達部は、前記第1動力伝達部と前記第2動力伝達部とを結合する際に、その結合位置が不動であるほどの大きさのバックドライブトルクを有する

ことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の医療用マニピュレータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、医療用マニピュレータに係り、特に、機構が単純化されると共に操作性と安全性に優れる医療用マニピュレータに関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、胆囊摘出手術などの腹腔鏡下手術においては、図13に示すように、患者150の腹部に小さな穴151、152、153をいくつかあけ、それらにトラカール154を取り付け、トラカール154を介して、それらの孔に内視鏡161、鉗子171、172などを挿入し、術者（通常、外科医）160が内視鏡161の映像をモニタ162で見ながら手術を行っている。このような手術方法は、開腹を必要としないため、患者への負担が少なく、術後の回復や退院までの日数が大幅に低減される。このため、このような手術方法は、適用分野の拡大が期待されている。

【0003】

そのような背景のもと、マスタスレーブマニピュレータなどの遠隔操作型ロボット技術を医療分野へ応用する研究が行われ、一部臨床応用されている（<http://www.computermotion.com>, <http://www.intuitivesurgical.com>）。遠隔操作型ロボット技術は、術者が操作するマスタアームと実際に術部に操作を施すスレーブアームとが完全に分離したロボットシステムであり、マスタアームの指令値が電気信号としてスレーブアームに伝わるものである。したがって、通常、マスタアームとスレーブアームとはそれぞれ6自由度以上の関節数を有しており、それぞ

れの自由度に対応してコントローラが設けられており、電気的に多数の制御系、部品、配線を有する複雑なシステムとなっている。

【0004】

このような問題点を解決するために、発明者らは、図14に示すような、従来の鉗子にロボット技術を取り入れた医療用マニピュレータ（ロボット鉗子）を提案している（特許文献1）。姿勢操作部23と処置操作部24とを有する操作指令部20と、一端側が操作指令部10に接続された連結部30と、連結部30の他端側に接続され、処置部14と処置部14を2自由度以上に姿勢変更可能に支持する支持部15、16とを有する作業部10と、姿勢操作部23からの操作指令を支持部15、16に送って処置部14の姿勢を変更させるとともに、処置操作部24からの操作指令を処置部14に送って処置部14を動作させる制御部（図示せず）と、を備えた医療用マニピュレータである。

【0005】

さらに、発明者らは、縫合結紉作業に適した自由度配置として、図15に示すような医療用マニピュレータも提案している（特許文献2）。医療用マニピュレータは、作業部10と、操作指令部20と、両端が作業部10と操作指令部20とに接続された連結部30とを備えている。作業部10は、連結部30の中心軸方向31に対して直交する第1の回転軸11と第1の回転軸11に対して直交する第2の回転軸12からなる支持部と、術部に処置を施す処置部とを有する。処置部の把持動作13を行うグリッパ14の中心軸方向が、第2の回転軸12の軸方向と概ね平行に配置されている。言いかえれば、作業部10は、グリッパ14を2自由度で姿勢変更に可能に支持する支持部としてのピッチ軸関節支持部15およびロール軸関節支持部16とを有している。操作指令部20は、連結部30の中心軸方向31に対して直交する第3の回転軸21と第3の回転軸21に対して直交する第4の回転軸22からなる姿勢操作部23と、操作者が把持して操作する処置操作部24とを有している。操作者が把持して処置操作部24を操作する際の操作者の手首の回転方向は第4の回転軸22の軸方向と概ね平行である。術部に処置を施す処置部14の把持動作13は、処置操作部24の把持動作25により行う。

## 【0006】

上述のようなロボット鉗子は、遠隔操作型マスタスレーブマニピュレータと異なり、操作部（マスタ部）と鉗子先端部ハンド（スレーブ部）とを連結して一体化させ、従来の鉗子の利点である術者が行った方が簡単で確実な大きく素早い操作と、マニピュレータの利点である微細な作業や難しい角度からの操作との両方の操作を可能としたものである。先端部に曲げ・回転などの関節を備えているため、自由自在にハンドの姿勢を動かすことができ、これまでの鉗子では難しかつたいろいろな方向からの縫合作業や結紗作業が容易になり、また、右手はロボット鉗子、左手は従来の鉗子という具合に、従来の手術機器と一緒に使うことができ、さらに、システムが簡単でコンパクトなため、低コストで導入できるというメリットがある。

## 【0007】

## 【特許文献1】

特開P2000-350735号公報

## 【特許文献2】

特開P2002-102248号公報

## 【0008】

## 【発明が解決しようとする課題】

医療用ロボットに限らず医療機器、特に手術機器は、滅菌洗浄作業を施さなければ、実際の手術に使用することはできない。

通常、医療用ロボットや医療機器、手術機器の処置部（作業部）は、患者の血液、組織などが付着するため、洗浄および滅菌する必要がある。大きな装置の場合は、少なくとも直接患者と接触する処置部（作業部）は、本体あるいは操作司令部から取り外し洗浄および滅菌できる構成となっている。このため、医療用ロボットや医療機器、手術機器の処置部（作業部）の操作指令部からの着脱は必須とも言える。そして、滅菌等のために操作指令部はずされた処置部（作業部）は、再び操作指令部に結合される際に、所定の位置姿勢関係が回復される必要がある。

## 【0009】

一方、一般的にロボットは、電源投入時にリセット動作、すなわち原点復帰動作が必要である。原点復帰動作とは、ロボットの関節を所定のシーケンスに従い動作させることで関節に配置された原点センサによって原点位置を検出し間節の角度位置を原点位置にし、モータ軸に配置されたインクリメンタルエンコーダをリセットし原点位置とする動作である。医療用ロボットによる手術を行うために手術中に原点復帰動作することは、大変面倒であり、手術の緊迫した状況を考慮すると、出来る限り避けたい動作である。そこで、電源投入後すぐ使える、すなわち上述のような原点復帰動作を不要とする医療用ロボットが望まれている。

#### 【0010】

さらに、発明者らが提案している前述の医療用マニピュレータは、マスタ部とスレーブ部とが一体型に構成されている。そして、術者が直接医療用マニピュレータ本体を操作することになり医療用マニピュレータ本体の自重を支持しなければならない。このため、医療用マニピュレータ本体の小型軽量化を図ることが操作性を向上させること上の最大の課題となっている。従って、原点センサを関節部または他の部分に配置することはスペース的にも重量的にも非常に困難であり好ましくない。仮に原点センサを配置できたとしても、配線などが非常に増えケーブルの重量が増し、操作性を大幅に低下させることになる。

#### 【0011】

また、アブソリュートエンコーダを搭載することで原点復帰動作を必要としなくとも常に絶対位置を把握可能なロボットを構成することも可能であるが、インクリメンタルエンコーダを搭載する場合より大きくまた配線なども多く、発明者らが提案している上述の医療用マニピュレータには適さない。

#### 【0012】

そこで、本発明の目的は、上記従来技術の有する問題を解消し、作業部と駆動部とを結合分離が自在であって作業部の洗浄滅菌等を可能とし、駆動部の所定の結合位置に作業部を結合可能であり手術時の原点復帰動作を不要にした小型軽量で操作性に優れた医療用マニピュレータを提供することである。

#### 【0013】

##### 【課題を解決するための手段】

そこで、本発明の医療用マニピュレータは、作業を行う作業部と、操作指令を生成する操作部と、前記操作部の操作指令に基づき前記作業部を駆動するための駆動部と、前記駆動部の駆動力を前記作業部に伝達するための動力伝達機構と、前記操作部の操作指令に基づき前記動力伝達機構を制御する制御部とを備え、前記動力伝達機構は、前記駆動部側にある第1動力伝達部と、前記作業部側にあり前記第1動力伝達部と結合分離自在である第2動力伝達部とを有し、前記第1動力伝達部は、前記第1動力伝達部と前記第2動力伝達部とを結合する場合に、前記第2動力伝達部の結合位置を結合前の前記第1動力伝達部の結合位置に追従させることができ大きな大きさのバックドライブトルクを有することを特徴とする。

#### 【0014】

また、前記制御部は、正常動作の終了時には前記第1動力伝達部の結合位置を所定結合位置に設定することを特徴とする。

#### 【0015】

また、前記第1動力伝達部と前記第2動力伝達部とを分離した状態で前記第1動力伝達部に結合分離自在であり、前記第1動力伝達部に結合し前記第1動力伝達部の所定結合位置を検出可能な原点検出手段を備えることを特徴とする。

#### 【0016】

また、前記第1動力伝達部は、前記第1動力伝達部と前記第2動力伝達部とを結合する際に、その結合位置が不動であるほど大きなバックドライブトルクを有することを特徴とする。

#### 【0017】

本発明によれば、第1動力伝達部と第2動力伝達部とは結合分離自在であり、第1動力伝達部は、第1動力伝達部と第2動力伝達部とを結合する場合に、第2動力伝達部の結合位置を結合前の第1動力伝達部の結合位置に追従させることができ大きなバックドライブトルクを有するので、作業部の洗浄滅菌等を可能とし、アブソリュートエンコーダや原点センサ等を搭載しなくとも、これらを用いた場合の原点復帰動作と同様のことを実現でき、作業部と駆動部との結合分離の前後において、作業部の原点位置を常に確保することが可能になる。

#### 【0018】

また、制御部は、正常動作の終了時には前記第1動力伝達部の結合位置を所定結合位置に設定するので、手術に医療用マニピュレータを用いる際には、電源投入後、面倒な原点復帰動作をすることなくすぐに使うことができ、これにより、手術の緊迫した状況での面倒な作業を回避することができるため手術の大幅な効率向上が可能となる。

## 【0019】

また、第1動力伝達部に結合分離自在の原点検出手段を設けたので、原点検出手段を常に搭載することをせずとも、駆動部側の原点検出を可能にすることができる、正常動作終了時以外（非常終了時など）にも原点復帰動作が可能となる。

## 【0020】

## 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

## 【0021】

図1は、本発明の第1の実施の形態による医療用マニピュレータ1を示す概略構成図である。医療用マニピュレータ1は作業を行う作業部10と、作業部10を操作するための操作指令を生成する操作部20と、操作部20の操作指令に基づき作業部10を駆動するための駆動部50と、駆動部50の駆動力を作業部10へ伝達するための動力伝達機構60と、操作部20の操作指令に基づき作業部10に作業を行わせるように動力伝達機構50を制御する制御部40とを備えている。作業部10と操作部20とは棒状の連結部30によって連結されている。作業部10は連結連結部30の一端側に配設され、操作部20と駆動部50は連結部30の他端側に近接して配置されている。駆動部50は3個のモータ等から構成されている。なお、自由度の数や自由度の配置については、図1に示す構成に限る必要はなく、種々の変形が可能である。

## 【0022】

動力伝達機構60は、連結部30を間にして作業部10と駆動部50との間に設けられている。動力伝達機構60は後述するように、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とを結合分離し、作業部10側と駆動部50側とが結合分離自在であるように構成されている。

## 【0023】

動力伝達機構60は、例えば、リンク、歯車、ワイヤ・ブーリ、減速機、カップリングなど複数の動力伝達要素から構成されている。動力伝達機構60は、モータを備える駆動部50の動力を連結部30内に配設されたワイヤ・ブーリ等を介して作業部10へ伝達する。動力伝達機構60は、駆動部50の動力を作業部10まで伝達することで作業部10に曲げ動作、回転動作、把持動作などの動作を行わせる。

## 【0024】

図2は、作業部10と駆動部50とを結合分離自在にする一形態を示し、作業部10及び連結部30と、駆動部50及び操作部20とに分離した状態の概略構成図である。なお、作業部10と駆動部50とを結合分離自在にする形態としては、図2に示す場合に限らず、図3に示すように、作業部10、連結部30及び操作部20とを一体的に駆動部50に結合分離するようにしてもよい。また、図4に示すように、図3に示す場合においてさらに操作部20を作業部10及び連結部30から分離し、作業部10及び連結部30と、操作部20と、駆動部50との三者の間で結合分離するようにしてもよい。以下では、作業部10と駆動部50とを結合分離自在にする形態として図2に示す場合を例にとり説明する。

## 【0025】

図2及び図7に示すように、動力伝達機構60は、駆動部50側には、カップリングからなる第1動力伝達部61と、第1動力伝達部61と駆動部50との間に配設された減速機からなる動力伝達要素62とを有する。また、動力伝達機構60は、作業部10には、カップリングからなる第2動力伝達部63と、第2動力伝達部63に連結されたブーリからなる動力伝達要素64と、動力伝達要素64に連結されたワイヤロープ、またはロッドリンク等からなる動力伝達要素65と、動力伝達要素65と作業部10との間に配設されたブーリ、歯車、リンク等からなる動力伝達要素66を有する。カップリングからなる第1動力伝達部61とカップリングからなる第2動力伝達部63とが結合分離されることによって、作業部10と駆動部50との間で動力の伝達・切断が可能となっている。なお、動力伝達機構60における動力伝達要素はどのような組合せであってもよい。

## 【0026】

図8及び図9に、医療用マニピュレータ1の作業部10と駆動部50の結合時（使用時）と分離時（洗浄時）の結合分離の態様を示す。3個の駆動モータからなる駆動部50と第1動力伝達部61は結合台52に取り付けられており、結合台52と相対する結合台56には第2動力伝達部63と動力伝達要素収容部56が取り付けられている。動力伝達要素収容部56は結合部30の端部に結合され、内部に動力伝達要素64等が収容されている。ラッチピン54により結合台52と結合台56とを互いに結合分離することにより、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63との結合分離が図られる。このために、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とが分離した状態で互いに合わせ、その後に予め原点位置にある第1動力伝達部61の結合位置に第2動力伝達部63の結合位置を追従させるように第2動力伝達部63の結合位置を調整する。この調整が終えた段階でラッチピン54により結合台52と結合台56とを互いに結合することによって、医療用マニピュレータ1の原点位置が確保される。なお、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63との結合分離の手法については、ラッチピン54や結合台52, 54を使用するような場合に限らず、ねじを用いる場合等種々の態様が可能である。

## 【0027】

手術等の作業を終えた後に作業部10を洗浄消毒し、洗浄等の後に第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とを再び結合することについて説明する。この場合、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とは分離されるが、第1動力伝達部61のカップリングの分離時の位置は保存されそのまま結合位置となるよう、第1動力伝達部61は十分に大きなバックドライブトルクを有する。ここで、第1動力伝達部61のバックドライブトルクとは、通常のように駆動部50側から第1動力伝達部61の側に向かって動力を伝達するのとは逆に、第1動力伝達部61の側から駆動部50の側に向かって動力を伝達するのに要するトルクの大きさをいう。第1動力伝達部61のバックドライブトルクが十分に大きいとは、例えば、手作業で第1動力伝達部61のカップリングの結合位置を変えようしても変動できないほどに大きいことをいう。

## 【0028】

また、第1動力伝達部61は、医療用マニピュレータ1の正常動作の終了時には、制御部40によって所定結合位置（例えば原点位置）に設定されるように構成されている。従って、医療用マニピュレータ1が正常動作を終了し、作業部10と駆動部50との分離がなされる時点では、第1動力伝達部61の分離位置は原点位置（所定結合位置）にある。そして、上述したように、第1動力伝達部61のバックドライブトルクが十分に大きいので、結合時においても第1動力伝達部61は原点位置にある。

## 【0029】

一方、作業部10にある第2動力伝達部63は分離された状態で、第2動力伝達部63の側から作業部10の側に向かうドライブトルクは比較的に小さく、容易に手で動かしてドライブできる程度の大きさであるように構成されている。このため、分離された作業部10を洗浄等を行う際に、第2動力伝達部63のカッピングの分離時の位置は保存されるとは限らず他の位置へ動き得る。この場合、第2動力伝達部63の結合位置が分離時と異なる位置にあると、このままでは第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とは分離時と同じ結合関係にはならない。これに対し、本実施の形態では、第1動力伝達部61のバックドライブトルクが十分に大きく、第2動力伝達部63の側から作業部10の側に向かうドライブトルクは比較的に小さいので、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とを結合する場合に、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とを合わせてまず結合し、次に第2動力伝達部63の結合位置を原点位置にある第1動力伝達部61の結合位置に追従させるようにすることができる。

## 【0030】

作業部10は直接患者体内に接し血液や組織が付着するため、手術後には、一旦駆動部50から取り外し、よく洗浄・滅菌する必要がある。特に、洗浄する際は、作業部10側の第2動力伝達部63や動力伝達要素64, 65, 66をドライブし、よく手動で動かして、第2動力伝達部63や動力伝達要素64, 65, 66の隙間に付着した血液や組織を洗い流す必要がある。従って、再び装着する際には、取り外した時の状態と多少異なった状態になっているのが普通である。

しかしながら本実施の形態による医療用マニピュレータ1では、前述したように、第2動力伝達部63の結合位置を原点位置にある第1動力伝達部61の結合位置に追従させることができるので、第2動力伝達部63が分離した時の状態と多少異なった状態になっていたとしても、結合する時に第1動力伝達部61によって原点位置にドライブさせることになるため、分離時の状態を復元することが可能である。もし、第2動力伝達部63の側から作業部10の側に向かうドライブトルクが第1動力伝達部61のバックドライブトルクと同等あるいはより大きい場合には、第1動力伝達部61がバックドライブトルクされることになるため、分離時の状態を復元することは不可能である。

#### 【0031】

従って、本発明による実施の形態による医療用マニピュレータ1では、作業部10と駆動部50を分離し、洗浄作業などで作業部10側の第2動力伝達部63が分離した時の状態と多少異なっていたとしても容易に分離時の状態を復元することができる。なお、滅菌作業は、洗浄・装着後に行ってもよい。

#### 【0032】

このようにして、本実施の形態によれば、アブソリュートエンコーダや原点センサ等を搭載しなくとも、作業部10と駆動部50との結合分離の前後において、作業部10の原点位置を常に確保することが可能になる。そして、医療用マニピュレータ1の本体の小型軽量化を図り操作性を向上させることができる。

#### 【0033】

次に、図5、図6、図10及び図11を参照して、本発明の第2の実施の形態について説明する。

#### 【0034】

本実施の形態では、第1動力伝達部61の原点位置を検出可能な原点検出手段70が設けられている。原点検出手段70は、第1動力伝達部61と第2動力伝達部63とを分離した状態で第1動力伝達部61に結合分離自在に形成されている。原点検出手段70は第2動力伝達部63から分離された第1動力伝達部61に結合される。図10、図11に示すように、原点検出手段70は結合台76に取り付けられており、結合台76には原点検出手段70のカップリング70aが

設けられている。カップリング70aを第1動力伝達部61と合わせラッチピン54で結合台76と結合台54とを結合した状態で駆動部50のモータを駆動し、原点検出手段70に予め設定した原点位置を検出する。原点位置を検出した時点でモータの回転を停止し、第1動力伝達部61と原点検出手段70とを分離する。この時点で、第1動力伝達部61に原点位置が与えられる。そして、次に、作業部10を駆動部50に結合するようにすればよい。

#### 【0035】

このように、第1動力伝達部61に結合分離自在の原点検出手段70を設けたので、原点検出手段70を常に搭載することをせずとも、駆動部50側の原点検出を可能にすることができます。これによって、医療用マニピュレータ1の動作が不正常な状態で終了し、駆動部50の原点位置が保存されない場合が生じたとしても、上述の手続きにより駆動部50の原点を復帰させることが可能になる。そして、正常動作終了時以外（非常終了時など）にも原点復帰動作が可能となり、また、医療用マニピュレータ本体に原点センサを不要とすることが可能となるため小型軽量で操作性に優れた医療用マニピュレータを提供することが可能となる。また、手術中の非常事態にも、患者に危害を加えることなく原点検出手段70の結合分離が容易であるため、より安全な医療用マニピュレータを提供することが可能となる。

#### 【0036】

次に、以下に、医療用マニピュレータ1の各関節が原点位置（初期姿勢）にあるときにのみ、正常動作終了を可能とする方法の例を示す。システムの立ち上げからシステム終了の手続きまでを図12を参照し述べる。これによって、操作部20の操作指令に基づき動力伝達機構60を制御する制御部40が、医療用マニピュレータ1の正常動作の終了時に第1動力伝達部61の第2動力伝達部63との結合位置を原点位置（所定結合位置）に設定するように制御することが可能になる。

#### 【0037】

このように、第1動力伝達部61が原点位置（初期姿勢）にあるときにのみ、正常動作終了を可能とすることが可能になり、手術後に一旦作業部10を取り外

し、洗浄・滅菌後、再び装着する際には、必ず原点位置（初期姿勢）の状態に復元することができる。従って、手術に医療用マニピュレータ1を用いる際には、電源投入後、面倒な原点復帰動作をすることなくすぐに使うことができる。これにより、手術の緊迫した状況での面倒な作業を回避することができるため手術の大幅な効率向上が可能となる。

## 【0038】

以下の手続きは、アブソリュートエンコーダ等の原点センサを搭載することなく、各々の関節に設けられたインクリメンタルエンコーダによって位置検出を行い実行される。

## 【0039】

図12において、まず、医療用マニピュレータ1とその構成要素である駆動部50を駆動制御する制御部40とを含むシステムに電源が投入されると、制御部40が初期化され、医療用マニピュレータ1を制御する制御プログラムが起動されることを経て、医療用マニピュレータ1は待機状態となる。

## 【0040】

待機状態とは、駆動部50のモータを現状の角度を維持するように制御することで、もしくはモータへ電流が流れないようにすることであり、作業部10の姿勢が保たれている状態をさす。このとき制御プログラムは操作者の指令を定期的に監視している。指令は具体的には制御部40や操作部20に装着されたスイッチ、システムに接続されたフットスイッチやキーボード、または音声や画像認識により、操作者が入力する。操作開始指令、原点復帰指令、システム終了指令の3種類の指令を待機状態時に判断し、それぞれの指令にあわせて医療用マニピュレータの動作モードを遷移させる（指令判定I）。

## 【0041】

なお、この場合における原点復帰命令や原点復帰動作とは、原点センサを設けこの原点センサをサーチして原点センサを検出しリセットするような指令や動作とは異なり、各々の関節の原点位置へ移動するという意味の指令や動作を指すである。

## 【0042】

操作開始指令により遷移する操作可能状態とは、操作部20の姿勢に作業部の姿勢が追従するように制御されている状態をさす。このとき操作停止指令と原点復帰指令を監視しており、その指令にあわせて医療用マニピュレータの動作モードを遷移させる（指令判定II）。

【0043】

操作停止指令により、医療用マニピュレータ1は指令が入力された姿勢を維持した待機状態となる。

【0044】

原点復帰指令より遷移する原点復帰動作とは、医療用マニピュレータ1の作業部10の姿勢を原点位置（初期姿勢）になるように制御プログラムによりモータが制御駆動される過程をさす。医療用マニピュレータ1は原点への作業部10の姿勢の制御動作が完了した後、原点の姿勢のまま待機状態へ遷移する。

【0045】

指令判定Iにおいて、システム終了指令を検知したら、システム終了を実行するか否かの判断に移る。制御部50には医療用マニピュレータ1の動作モードの遷移過程を記憶する機能が備わっており、どの状態から待機状態へ遷移したかを判断することができる。待機状態へ移る直前の医療用マニピュレータ1の動作が原点復帰動作であるならば、システム終了指令が入力された時点すなわち待機状態においては原点復帰が完了していると判断され、システム終了を実行する。反対に、待機状態へ遷移する前の状態が原点復帰動作でないならば、システム終了が入力された待機状態は原点復帰完了状態とはみなされず、システム終了指令入力は誤りと判断処理される。

【0046】

以上のように、複数の指令入力が存在しても、その判断される指令はそのときの動作モードによって選択される機能と、動作モードの遷移を記憶しておく機能とで、医療用マニピュレータ1が原点位置にあるときのみシステムを終了することを可能とする。なお、必ずしも上述の方法によりシステムの立ち上げからシステム終了の手続きまでを行う必要はなく、基本的に医療用マニピュレータの各関節が原点位置（初期姿勢）にあるときにのみ、正常動作終了を可能とする構成と

すればよい。

## 【0047】

また、このような構成にすることにより、システム、特に作業部10側の異常状態を術者が事前に認識することが可能となる。すなわち、作業部10側と駆動部50側を結合した際に、作業部10側が初期位置に無い場合、それを術者が認識することは容易である。また、作業部10側が初期姿勢に無い場合の原因として考えられるのは、前回の手術時に非常（異常）停止した場合と作業部10側の第2動力伝達部63は動力伝達要素64, 65, 66に何らかの異常（ワイヤ締結部のすべり、ワイヤの伸びなど）がある場合が考えられる。前回の手術時に非常（異常）停止した場合については、事前に対応しておくことが可能であるため、作業部10側が初期姿勢に無い場合というのは、基本的には作業部10側の第2動力伝達部63は動力伝達要素64, 65, 66に何らかの異常あるということになる。従って、作業部10側の異常状態を術者が事前に認識することが可能となり、より安全な医療用マニピュレータ1を提供することが可能となる。

## 【0048】

手術時に非常（異常）停止した場合には、作業部10側と駆動部50側を結合装着する際に初期姿勢に復元することは基本的には不可能である。しかしながら、本発明による実施の形態による医療用マニピュレータ1では、原点センサを備えた原点検出手段70を分離後の第1動力伝達部61に結合分離可能としたことにより、駆動部50側の第1動力伝達部61に原点検出手段70を装着し、駆動部50側の原点復帰作業を可能としている。これらの作業は、事前に実施しておくことが可能なため、手術時に面倒な原点復帰動作をすることはない。また、駆動部50側の第1動力伝達部61の原点復帰作業が完了している状態であれば、作業部10側の第2動力伝達部63を駆動部50側の第1動力伝達部61と結合することで、作業部10側を含めた形で、初期姿勢状態に復元することが可能となる。これにより、医療用マニピュレータ本体には常設される原点センサを必要としないので、小型軽量で操作性に優れた医療用マニピュレータを提供することが可能となる。

## 【0049】

また、万が一手術中に医療用マニピュレータ1に異常状態が生じて緊急停止した場合、医療用マニピュレータ1を患者に危害を与えずに安全に退避させる必要がある。本発明による実施の形態による医療用マニピュレータ1では、患者に医療用マニピュレータ1を挿入した状態でも、駆動部50側を作業部10側から容易に分離することが可能である。この際、作業部10側を不用意に動かすと患者に危害を与える可能性があるが、作業部10側を保持し固定した状態で、駆動部50側のみを動かして安全に分離することができる。さらに、作業部10側の姿勢が安全でない場合は、分離された作業部10側をドライブまたはバックドライブすることが容易なため、例えば他に挿入している鉗子などでバックドライブさせ安全な姿勢に誘導することも可能である。また、基準姿勢に戻っていない状態でも、トラカールの円筒内面に倣いドライブされて退避させることも可能である。また、駆動部50側やコントローラに全く問題が無く、作業部10側の動力伝達要素、機構要素、構造部材などに何らかの問題があり作業を中断した場合には、新たな作業部10側を駆動部50側に装着するだけで、システムの再立ち上げや原点復帰動作などの面倒な操作は一切必要とせず、簡単かつ速やかに問題発生前の状態に復元することが可能である。

#### 【0050】

なお、医療用マニピュレータ1の動作が不正常な状態で終了したために駆動部50の原点位置が保存されない場合が生じた場合には、上述の原点検出手段70を用いて原点を復帰させるようにすればよい。

#### 【0051】

##### 【発明の効果】

以上、本発明の構成によれば、第1動力伝達部と第2動力伝達部とは結合分離自在であり、第1動力伝達部は、第1動力伝達部と第2動力伝達部とを結合する場合に、第2動力伝達部の結合位置を結合前の第1動力伝達部の結合位置に追従させることができ大きな大きさのバックドライブトルクを有するので、作業部の洗浄滅菌等を可能とし、また、アブソリュートエンコーダや原点センサ等を搭載しなくとも、原点復帰動作と同様のことを実現でき、作業部と駆動部との結合分離の前後において、作業部の原点位置を常に確保することが可能になり、医療用マニ

ピュレータの本体の小型軽量化を図り操作性を向上させることができる。

【0052】

また、制御部は、正常動作の終了時には前記第1動力伝達部の結合位置を所定結合位置に設定するので、手術後に一旦作業部を駆動部から分離し、洗浄・滅菌後、再び駆動部と結合する際には、必ず原点位置（初期姿勢）の状態に復元することができ、従って、手術に医療用マニピュレータを用いる際には、電源投入後、面倒な原点復帰動作をすることなくすぐに使うことができ、これにより、手術の緊迫した状況での面倒な作業を回避することができるため手術の大幅な効率向上が可能となる。

【0053】

また、第1動力伝達部に結合分離自在の原点検出手段を設けたので、原点検出手段を常に搭載することをせずとも、駆動部側の原点検出を可能にすことができ、正常動作終了時以外（非常終了時など）にも原点復帰動作が可能となり、また、医療用マニピュレータ本体に原点センサを不要とすることが可能となるため小型軽量で操作性に優れた医療用マニピュレータを提供することが可能となる。また、手術中の非常事態にも、患者に危害を加えることなく原点検出手段の結合分離が容易であるため、より安全な医療用マニピュレータを提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の医療用マニピュレータの第1の実施の形態を示す概略斜視図。

【図2】

本発明の第1の実施の形態による医療用マニピュレータの分離状態を示す概略斜視図。

【図3】

医療用マニピュレータの他の分離形態を示す概略斜視図。

【図4】

医療用マニピュレータの他の分離形態を示す概略斜視図。

【図5】

原点検出手段を装着した例を示す概略斜視図。

【図6】

図5において原点検出手段を分離した状態を示す概略斜視図。

【図7】

本発明の実施の形態における動力伝達機構を説明する図。

【図8】

本発明の実施の形態における医療用マニピュレータの駆動部の結合分離の構成例を示す図。

【図9】

本発明の実施の形態における医療用マニピュレータの駆動部の結合分離の構成例を示す図。

【図10】

本発明の実施の形態における医療用マニピュレータの原点検出手段の結合分離の構成例を示す図。

【図11】

本発明の実施の形態における医療用マニピュレータの原点検出手段の結合分離の構成例を示す図。

【図12】

医療用マニピュレータのシステムの立ち上げからシステム終了の手続きまでを示す図。

【図13】

医療用マニピュレータの使用の態様を示す図。

【図14】

従来の医療用マニピュレータを示す図。

【図15】

従来の医療用マニピュレータを示す図。

【符号の説明】

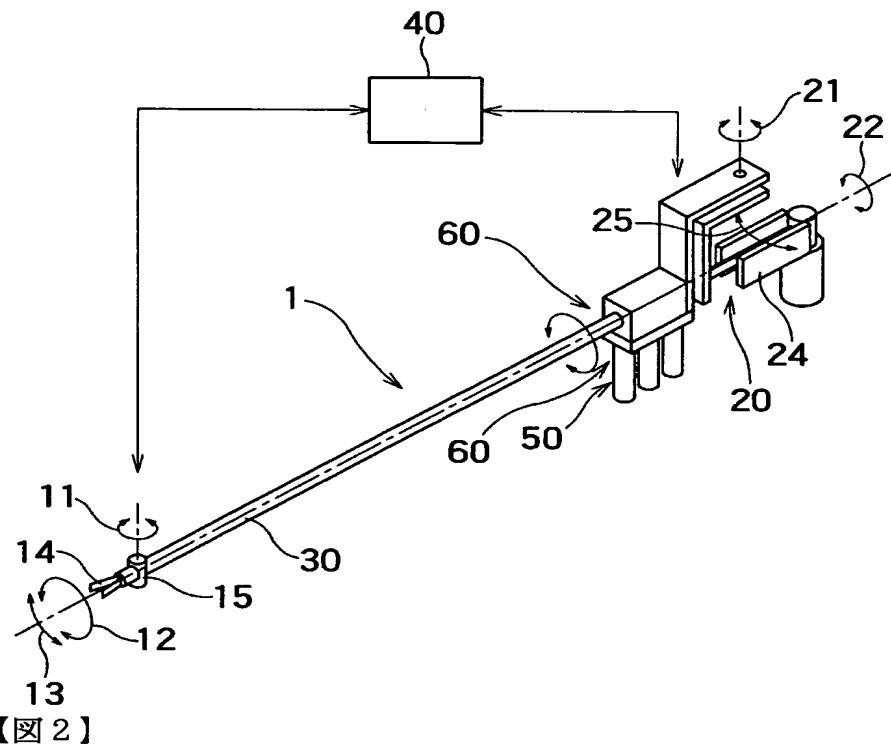
1 医療マニピュレータ

10 作業部

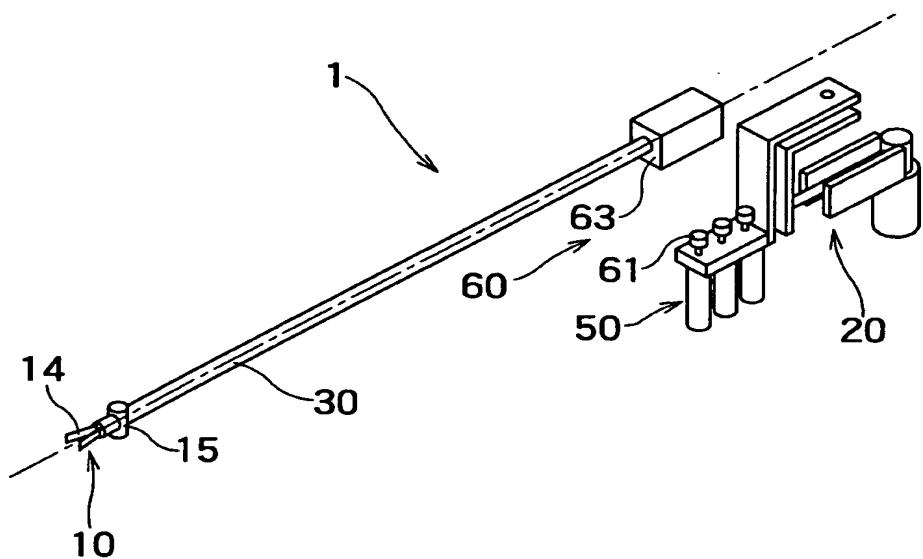
- 20 操作部
- 30 連結部
- 40 制御部
- 50 駆動部
- 60 動力伝達機構
- 61 第1動力伝達部
- 63 第2動力伝達部
- 70 原点検出手段

【書類名】 図面

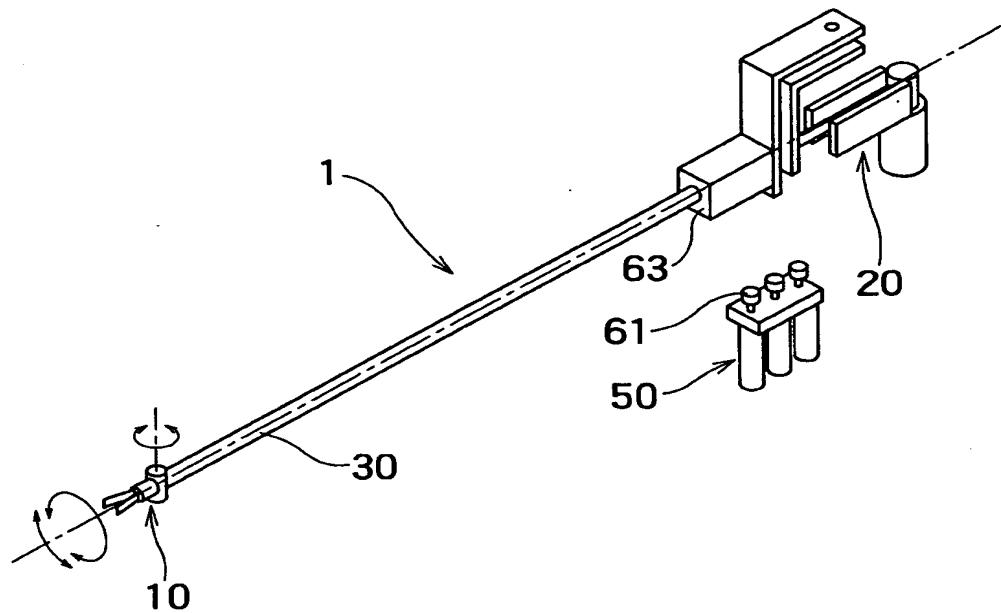
【図1】



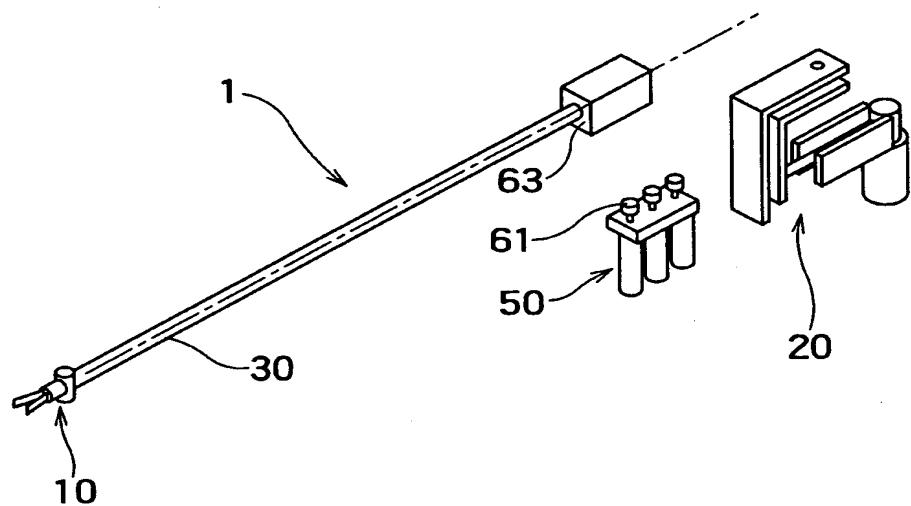
【図2】



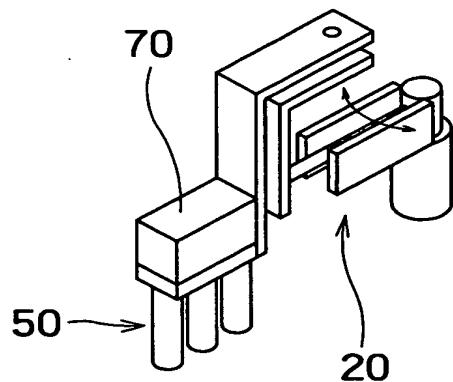
【図3】



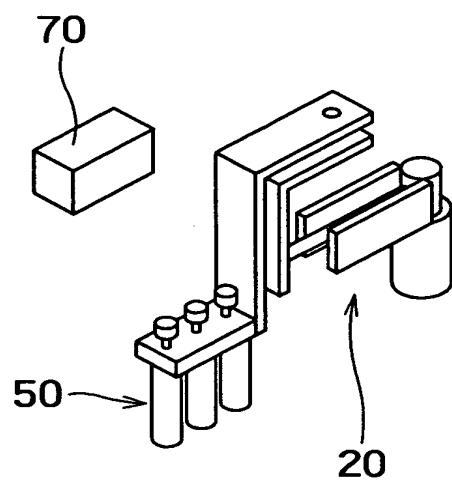
【図4】



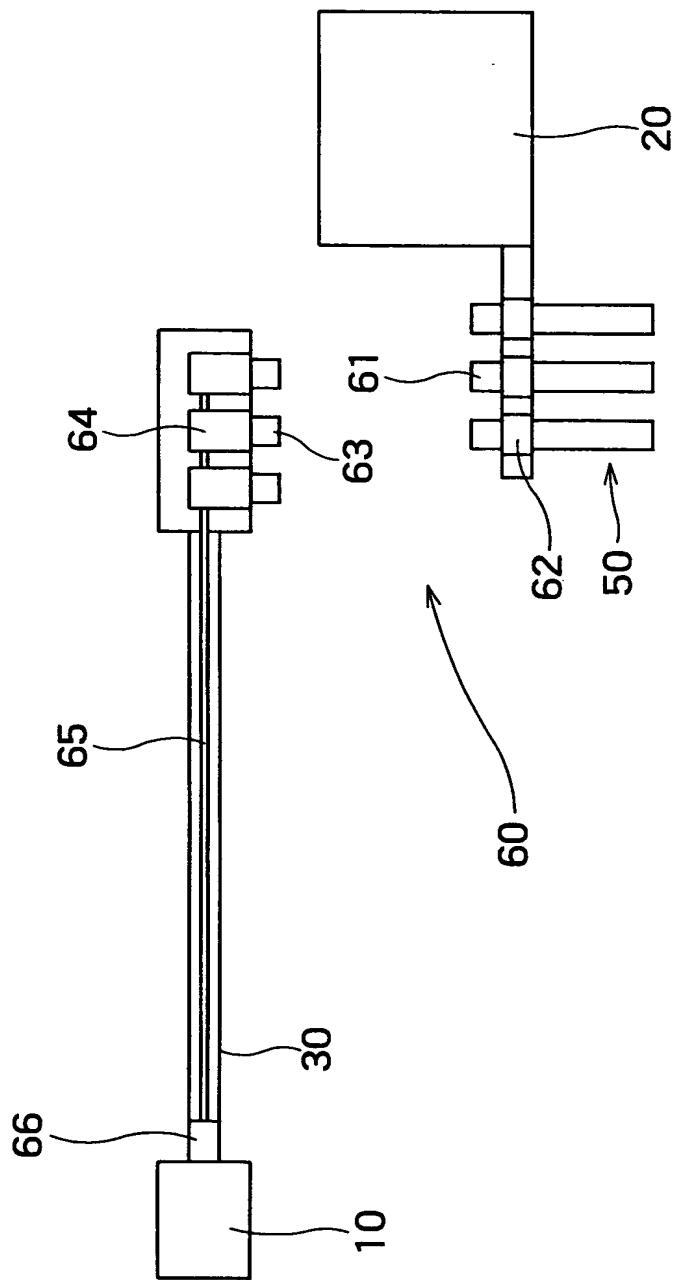
【図5】



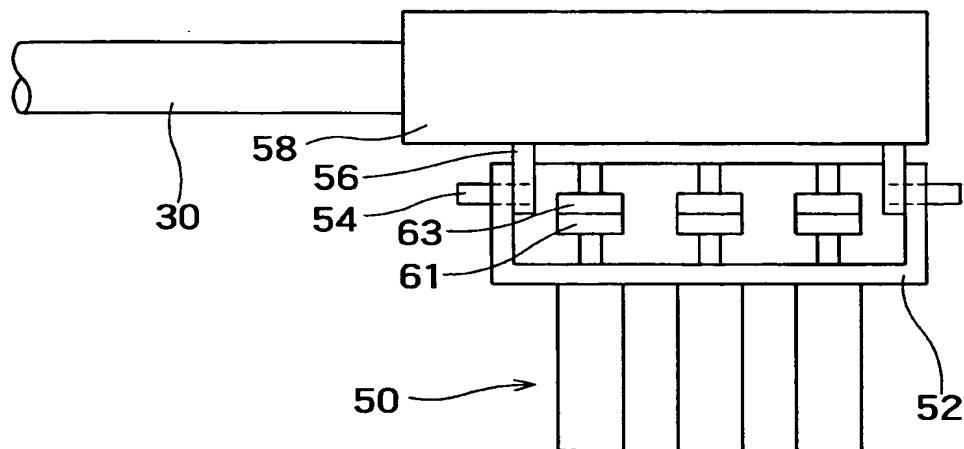
【図6】



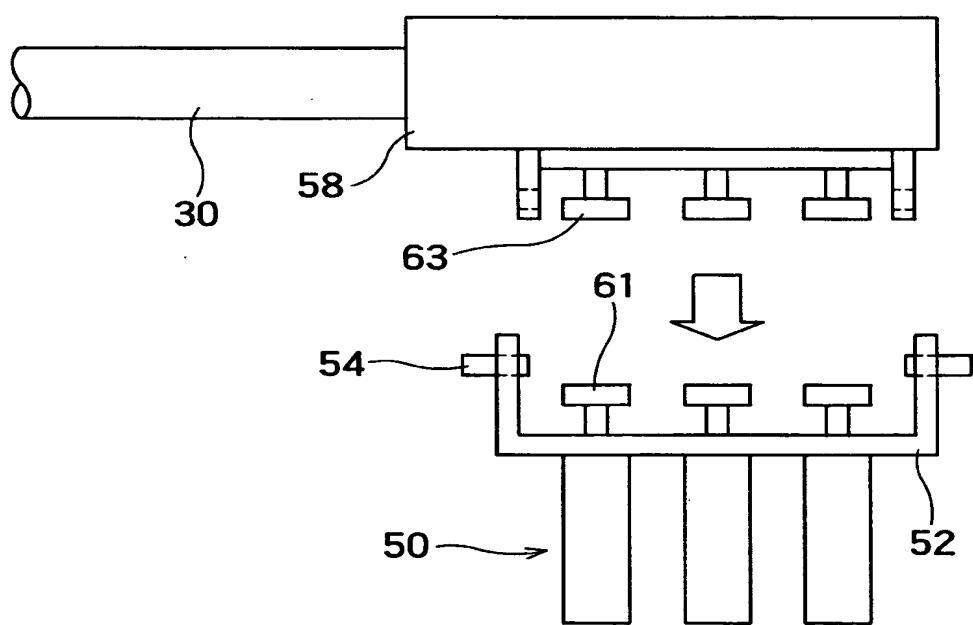
【図7】



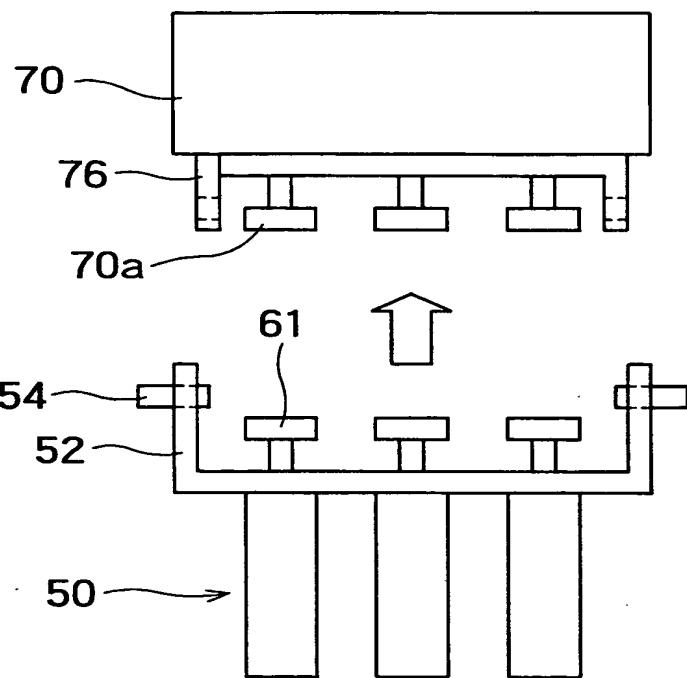
【図8】



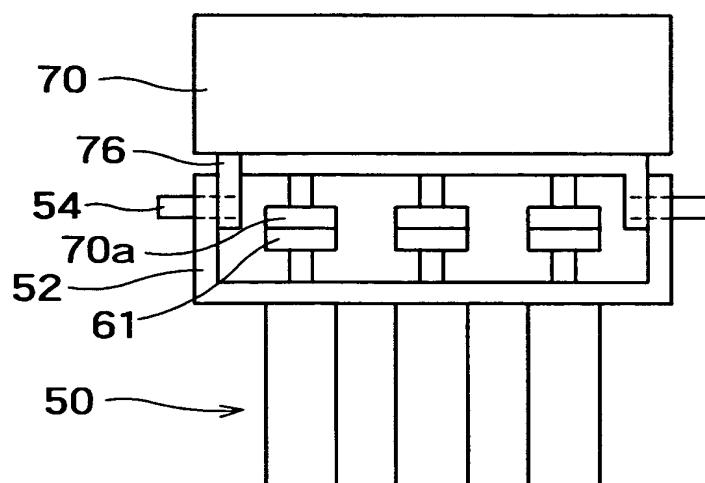
【図9】



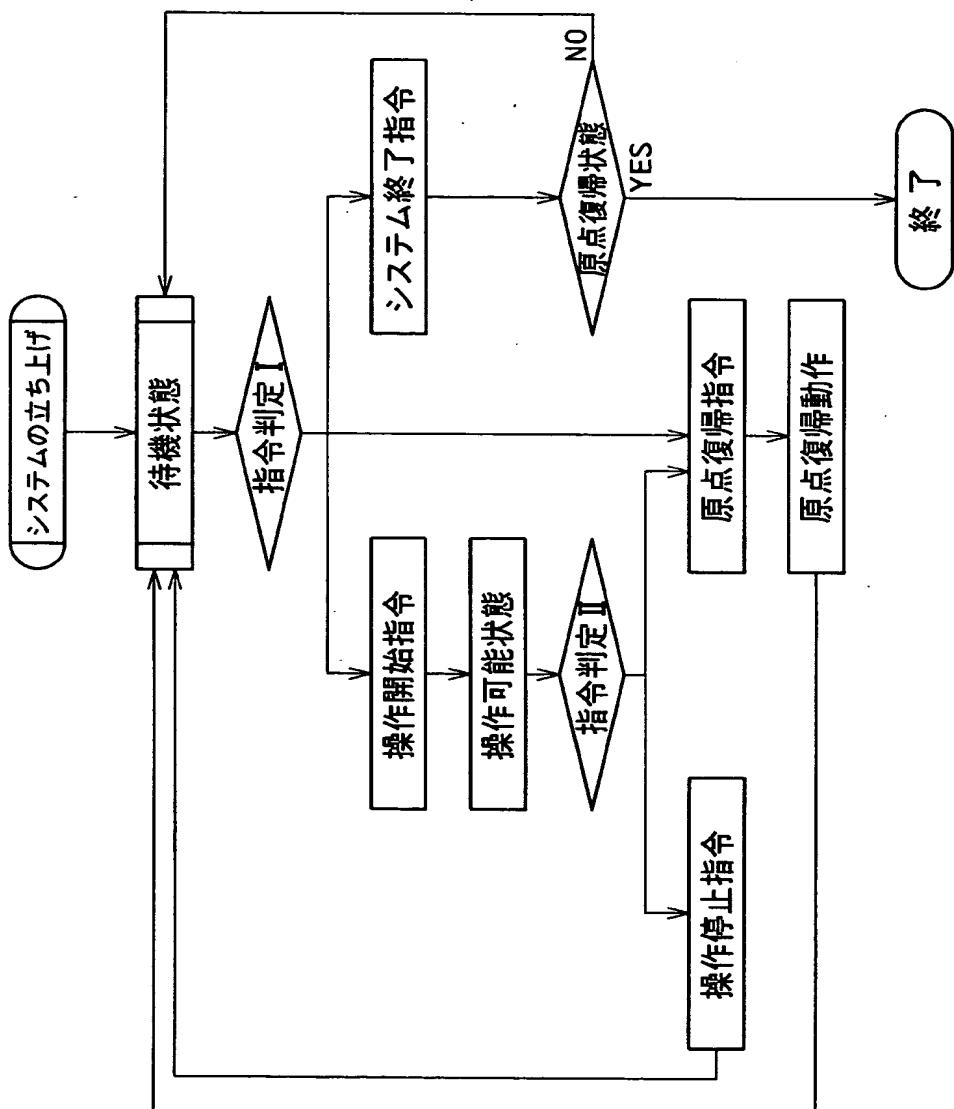
【図10】



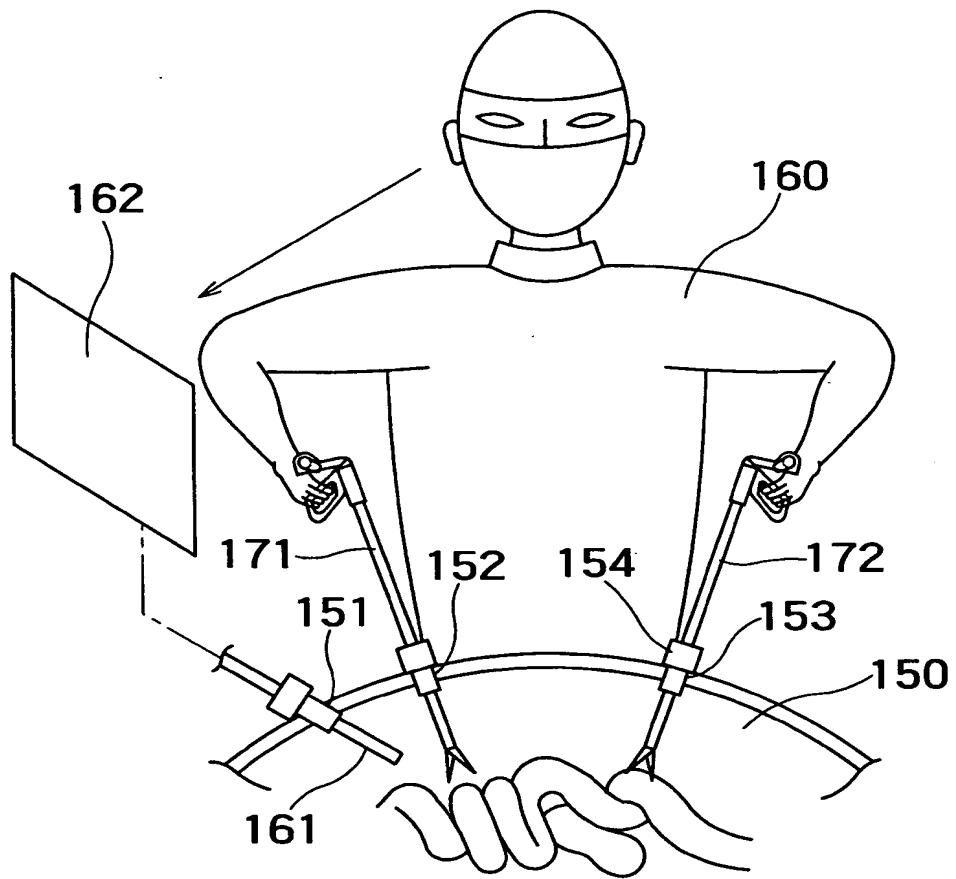
【図11】



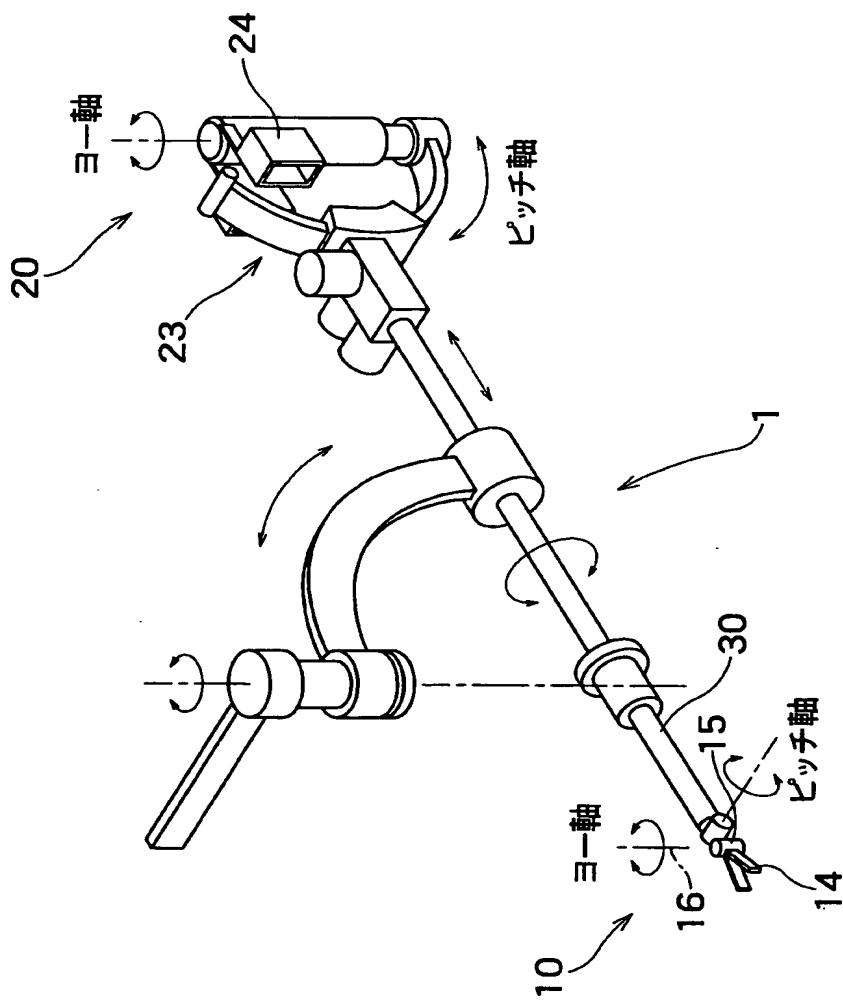
【図12】



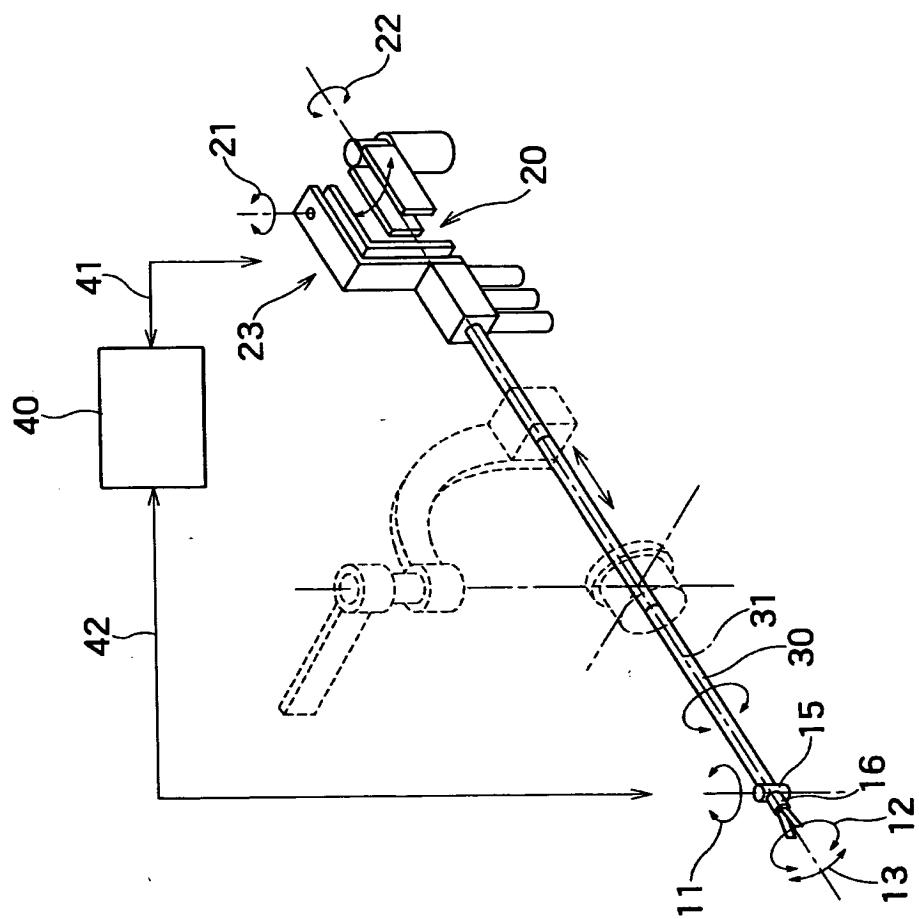
【図13】



【図14】



【図15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 医療用マニピュレータの作業部の洗浄滅菌を可能とし、手術時の通常使用時の原点復帰動作を不要とし、小型軽量で操作性に優れた医療用マニピュレータを提供する。

【解決手段】 医療用マニピュレータは、作業を行う作業部（10）と、操作指令を生成する操作部（20）と、操作部の操作指令に基づき作業部を駆動するための駆動部（50）と、駆動部の駆動力を作業部に伝達するための動力伝達機構（60）と、操作部の操作指令に基づき動力伝達機構を制御する制御部（40）とを備え、動力伝達機構は、駆動部側にある第1動力伝達部（61）と、作業部側にあり第1動力伝達部と結合分離自在である第2動力伝達部（63）とを有し、第1動力伝達部は、第1動力伝達部と第2動力伝達部とを結合する場合に、第2動力伝達部の結合位置を結合前の第1動力伝達部の結合位置に追従させることができ大きな大きさのバックドライブトルクを有することを特徴とする。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000003078]

1. 変更年月日 2001年 7月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区芝浦一丁目1番1号

氏 名 株式会社東芝